

ELEKTROMAGNETİK KİRLENME VE BİYOLOJİK BOYUTLARI

ÖZET

The rapid development of science and technology expose living nature to a wide range of electromagnetic fields. Electromagnetic Fields are generated by power transmission lines and electrical appliances. In contrast, hundreds of thousands of patients have been cured worldwide by H.F. of Electromagnetic Fields.

The effect of Electric and Magnetic Fields on tissues have been the subject of considerable experimental attention. A number of experiments have demonstrated that both weak electromagnetic and magnetic fields are capable of eliciting in vivo and in vitro effects from different biological systems. Cells have complex electrical systems which are sensitive to electric and magnetic changes. Metabolic, behavioral, physiological and immunological changes in wide variety of systems including bacteria, insects, plants and mammalian cells in culture have been observed after exposure to electric and magnetic fields. Electrically stimulated bone healing has been using in many clinics.

An estimation of the environmental importance of Electromagnetic Fields as well as the methods of collecting data, dosimetry, possible mechanisms of action and open problems need to be critically discussed.

Ayşe G. CANSEVEN.(*)
Nesrin (ATALAY) SEYHAN(**)

* MS. Öğr. Gör.

** Doç. Dr. GÜTF Biyofizik Anabilim Dalı Başkanı

Günlük yaşamda hepimizi elektrik ve magnetik alanlara maruz, kal-
maktayız. Bu alanlar öncelikle
yeryüzünün sahip olduğu doğal
alanlar ile çevremizde yüksek
gerilim hatları ve akım taşıyan
kablolar içeren ev aletlerinden
kaynaklanan alanlardır. Literatürde
canlı organizmanın sahip olduğu
elektrik ve magnetik alanların
maruz kalınan alanlarla etkileşim
içinde olduğunu rapor eden ve bu
etkileşim mekanizması mu çözüle-
bilmesi için yapılan araştırmalar
oldukça önemli bir yer tutmaktadır.

DOĞAL ALANLAR

Yeryüzü, elektrik yüklerin varlığından ve atmosfer ile yerkürenin belli bir mesafe ile birbirlerinden ayrılmış olmasından kaynaklanan doğal bir elektrik alanı sahiptir. Böylece yeryüzü küresel bir kapasitör gibi davranır. Şimşekli ve yıldırım fırtınalarda yeryüzü ile atmosferin üst tabakaları arasında oluşan yük transferinden kaynaklanan elektrik yük miktarındaki değişimler bu doğal alanda değişim yaratır. Elektrik alanın statik (DC) ve zamana bağlı olarak değişen (AC) bileşenleri mevcuttur. Doğal statik elektrik alan 120-150 V/m arasındadır, ancak fırtınalı havalarda bu alanın 10.000 V/m'ye kadar ulaştığı 2 ve 50-60 Hz frekans aralığında zamana bağlı olarak değişen alanların statik alanlarda daha küçük şiddette olduğu belirtilmiştir. (Polk, 1974)1 .

Yeryüzü aynı zamanda üst katmanlarındaki elektrik akımlarından kaynaklanan sürekli manyetiklik özelliği nedeniyle içkaynaklı (internal): dünyanın, güneşin ve atmosferin aktivitesinden dolayı dış kaynaklı (external) magnetik alanlara sahiptir ve alan şiddeti zamana bağlı olarak değişir. (Presman, 1971; Benkova, 1975)1. Yeryüzünün statik (DC) magnetik alanı 0.5 Gauss 0.1-100

Hz arasında zamana bağlı olarak değişen (AC) magnetik alanı ise 3×10^{-5} Gauss mertebesindedir . Doğal magnetik alanın çok düşük frekans (ELF; E.\tremcly Low Frequency: 0-300 Hz) 1 aralığında zamana bağlı olan değişimleri öncelikle güneşin aktivitesinden kaynaklanır. Atmosferik değişimler, şimşekli fırtınalar ve havanın iyonize olması diğer değişim nedenleridir.

ELEKTRİKLİ EV ALETLERİNDEN KAYNAKLANAN ALANLAR

Elektrikli ev aletleri (60 Hz frekanslı) 30 cm mesafeden 10-250 V/m arasında elektrik alana sahiptirler.

- Elektrik ampulünden 30 cm uzakta elektrik alana 2 V/m'dir.
- Buzdolabı yanında 60 V/m'dir.
- Elektrikli kahve makinası yanında 100 V/m'dir.
- Elektrikli battaniden 30 cm uzakta 250 V/m'dir.

Evde kullanılan bazı elektrikli aletlerin magnetik alanları şöyledir.

- Buzdolabı yanında : 0.01 G (Gauss)
- Renkli TV & Bilgisayar Monitörü : 1 G
- Saç Kurutma Makinası : 10G

Bu aralık 25 Gauss'a kadar çıkarılabilmektedir.

Canlı organizmanın hücrelerinin, organ veya sistemlerinin oluşturduğu elektrik ve magnetik alanlar, atmosferdeki doğal alanlar ve elektrikli tüm aletlerin elektrik ve mag-

netik alanlarından etkilenmektedir. Yukarıdaki tabloya vücut DC ve AC magnetik alanlarını da ilave edersek insan vücudundaki bu alanlar şöyledir:

DC Magnetik Alan

Zedeli kalp kası : 3×10^{-7} G

Abdominal bölge : 10-6 G

Çiğerlerdeki magnetit asbestoK : 3×10^{-5} ü

AC Magnetik Alan

Beyin dalgaları (& ritmi): 10-8 G

Normal beyin (uykuda): 5×10^{-8} G

İskelet kası (1-100 Hz): 2×10^{-6} G

Kalp kası (0.1-40 Hz): 2×10^{-6} G

Bu tablo ile yerkürenin doğal alanları karşılaştırıldığında (DC Geomagnetik Alan : 0.5 G, AC Geomagnetik Alan : 3×10^{-5} G) yeryüzünün magnetik alanının vücut magnetik alanları mertebesinde oluşu dikkat çekicidir. Doğa burada nefis bir uyum sergilerken, bunu "teknoloji" nin getirdiği elektrikli donanımı bozmaktadır. Hemen hergün sessizce maruz kalanlar ise yüksek gerilim dazlarında çalışanlardır.

YÜKSEK GERİLİM HATLARI

Elektrik enerjisi üretildiği yerlerden dağıtım istasyonlarına ve son olarak kullanıcılara kadar enerji nakil hatları ile iletilmektedir ve bu iletide genellikle 3 fazlı AC yüksek gerilim hatları kullanılmaktadır. Bu hatlar yüksek gerilim altındaki 3 iletken hat ve bu hattı yıldırımlar ve herhangi bir nedenle aşırı yüklenmeden korumak için kullanılan topraklama hattından oluşmaktadır.

Yüksek gerilim hatları çevreleri için elektrik alan kaynağı oluşturmaktadır. Yüksek gerilim hattı altında

toprakla oluşan elektrik alanının frekansı hattaki enerjinin frekansı ile aynıdır. Bu hatların ve dağılım istasyonlarının civarında oluşan elektrik alanın şiddeti ise çeşitli faktörlerden etkilenmektedir:

a) İletkenlerin yerden yükseklikleri (bu etken ayrıca iletkenin akını geçerken iletkenin ısınması ve çevrenin ısı değişimi ile de yakından ilgilidir)

b) Direğin topraklama devresi ile iletkenlerin geometrik pozisyonları, bu iki devrenin birbirlerine yakınlıktan

c) Direğin toprağa gömülen metal kısmının hatta yakınlığı

d) Yüksek ağaçlar, çitler vb. oluşumların varlığı ve yakınlıkları

e) Hattın merkezinden yan taraflarına doğru gidildikçe oluşan mesafe

f) Ölçüm noktasının yerden yüksekliği

g) Hattın sahip olduğu gerçek potansiyel (nominal olmayan)

Yüksek gerilim hatlarının standart olarak en fazla 750 kV veya 765 W hık gerilimlere sahip olabildiği Rusya'da bu hatlardan 750 kV'luk gerilime sahip olanının yarattığı en düşük alan şiddetinin hattın yerden yüksekliğinin en büyük olduğu durumda (20 metre) yaklaşık 1 kV/m. en yüksek alan şiddetinin ise hattın yüksekliğinin en küçük olduğu durumda (13 metre) yaklaşık 12 kV/m değerlerinde olduğu bildirilmiştir. Maksimum alanın oluştuğu yerde (en dıştaki iletkenin hemen altında) ayakta duran orta boylu bir insan üzerinde yarattığı hissedilmeyen elektrik alan şiddetinin yaklaşık

olarak 10 kV/m seviyesinde olduğu rapor edilmiştir. (Zaffanella & Deno. 1978)1.

Yüksek gerilim hattı yakınlarındaki binaların içindeki alan şiddeti de binanın yapısına ve yapımında kullanılan malzemeye bağlı olarak yukarıda bahsedilen alanlardan 10-100 kat daha küçüktür (Manders & Van Nielen, 1981)1.

Elektrik alan daima elektrik yüklerinin varlığından kaynaklanırken magnetik alan; bu yüklerin mutlaka hareket halinde olmasından yani bir elektrik akımının varlığından kaynaklanmaktadır. Akım frekansa bağlı olarak değişmeyen statik akım (DC) ise statik magnetik alan, frekansa bağlı (AC) ise zamana bağlı olarak değişen magnetik oluşur. Yüksek gerilim hatları civarında oluşan magnetik alanın şiddeti; iletken den geçen akımın büyüklüğüne, iletkenlerden geçen akımlar arasındaki faz açısına ve iletkenlerin geometrik pozisyonlarına bağlı olmasına rağmen yapılan çalışmalarda akımın büyüklüğü esas alınmış ve en çok kullanılan sistemler için yer seviyesinde oluşan alan şiddeti birim akım şiddeti için yaklaşık olarak 0.1 mT/kA (mili Tesla / kiloamper) verilmiştir. (Hylton-Cavalius, 1975)1.

Yüksek gerilim hatlarından kaynaklanan magnetik alanın toprakta yaratacağı maksimum şiddet hattın yüksekliğine bağlı olarak 0.1-0.05 nT arasında değişirken, alan yoğunluğu iletken olan uzaklık ile hemen doğru orantılı olarak azalmaktadır. (Lambdin. 1978; Zaffanella & Deno. 1978)1.

Elektrik alandan farklı olarak magnetik alan gırcidir ve insan vücudu da bu alana geçirendir. Vücut içinde ve yüzeyinde bu alan etkisiyle akım oluşur, akım yoğunluğu vücut yüzeyinde en fazla, vücut içinde ise daha azdır. Yüksek gerilim hatları

yakınında oluşan magnetik alan yaklaşık 0.028 mT olduğunda bu alandan dolayı vücut içinde akım oluşumuna neden olan potansiyel farkın 1 mV'a kadar ulaşabildiği bildirilmiştir. (Hauf, 1982)1.

ELEKTRİK ALAN VE MAGNETİK ALANIN BİYOLOJİK ETKİLERİ

Yerkürenin geomagnetik alanı da dahil olmak üzere günlük yaşamda manız kalınan magnetik ve elektrik alanlar üzerine çalışmaların ayrı bir çekiciliği vardır3 ve yüksek gerilim hatlarında çalışan işçilerden, elektrikli ev aletleri tamircilerine ve tüm aletlerle donatılmış bir ortamda yaşayan bizlere uzanan bu yelpazenin tüm yaşayanlarını ilgilendirmektedir.

Elektrik alanın dokuya etkisi çok sayıda araştırmanın konusunu teşkil etmektedir2,4-9. Bu konudaki araştırmaların cazibesini hücrenin sahip olduğu elektrik özellikler nedeni ile hücrenin ve dokuların elektrik ve magnetik değişimlere karşı duyarlı olması oluşturmaktadır10.11.12.

Elektrik ve magnetik alanın metabolik, davranışsal, fizyolojik ve immunolojik etkileri bakteriler, böcekler, bitkiler ve memeli hücreleri gibi değişik sistemlerde incelenmiştir13,14.

İnsanlarda ve hayvanlarda yapılan bu çalışmalarda alanların etkisi çeşitli bilimsel yönlerden incelenmektedir.

1. Nörofizyolojik ve davranışsalı5.i7
2. Biyokimyasalla. 18
3. Klinik fizyolojik ve davranışsal.V8.15.19
4. Üreme 2.12.14,21-23

Litaratürdc çok sayıda araştırmacının kemik kırıklarının24,25 ve yara-

larının iyileştirilincinde26-2X elektrik akımı, elektrik alan ve magnetik alanlar kullanıldığı araştırmalar yer almaktadır.

Magnetik alan etkisinin biyolojik mekanizması henüz anlaşılmiş değildir. Glakoni. lösemi, akut myeloid lösemi, beyin tümörlerine etkisi çalışılmıştır2,3.9131418 araştırmalar devam etmektedir. Magnetik alanın embriyolojik etkisi, magnoclosofan etki, sinirler üzerine etkisi ve kemik kırıklarının tedavisinde elektrik alanla paralel çalışmalar gözlenmektedir.

Bu konuda yeni olan ve Henü/araştırılmaya başlanan ise Çevre Elektromagnclik Alanı ile Doku Elektrik Alanı etkileşimidir.

SONUÇ

Bilim ve teknolojiadaki hızlı gelişmelerin sonucunda canlıların oldukça geniş spektrumda Elektromagnclik alanlara maruz kaldığı günümüzde, yapılan epidemiyolojik çalışmalar yüksek gerilim hatları ve elektrikli ev aletlerinin kanser riskini artırdığını göstermektedir29. Yukarıda verilen bilgiler doğrultusunda yüksek gerilim hatlarından kaynaklanan elektrik ve magnetik alanların şiddetlerinin belirlenebilmesi için; etkilenen canlı ve hatın gerçek pozisyonlarının, hattın canlıya olan mesafesinin, canlı organizmanın yapısal özellikleri elektromagnetik alanlarla etkileşim mekanizmalarının ve çevre koşullarının (ısı değişimleri ile coğrafi koşullarının) bilinmesinin oldukça önemli parametreler olduğu görülmektedir. Elektromagnetik alanların canlılar üzerindeki etkileri yalnızca yüksek gerilim hatlarından kaynaklanmadığından ortamın donanımında elektrikli cihazların varlığı, bunları kullanan kişilerin cihaz başındaki pozisyonları ve cihazların kullanım süreleri de hattın dolaylı oluşan elek-

trik ve magnetik alanlar ile birlikte düşünülmesi gereken faktörler olmalıdır.

Elctromagnetik alanların etki mekanizmasını açıklayabilen yeterli sayıda araştırma bulunmadığından, bugün düşük seviyede Elctromagnetik Radyasyon dünyaca binlerce insanda teşhis (Bilgisayarlı Tomografi, Nükleer Magnetik Rezonans Görüntüleme vs.) ve tedavi amacıyla (Magnetoterapi, Elektrotterapi) kullanılmaktadır.

Günümüzde zayıf Elctromagnetik Alanların farklı biyolojik etkiler üzerinde etkilerinin yoğun olarak araştırıldığı farklı bilimsel platformlarda şu sorular tartışılmaktadır:

- Biyolojik sistemleri etkileyen Elektrik Alan mı, Magnetik Alan mıdır?
- Gözlenen biyolojik etkiye hangi alan veya sinyal parametreleri neden olmaktadır?
- Elektromagnetik Alanların hedefinde gerçekleşen biyofiziksel veya biyokimyasal mekanizmalar nelerdir?
- Zayıf statik (DC) Magnetik Alan Elektromagnetik biyolojik etkiler yaratır mı?

Konunun önemli nedeniyle Türkiye "de Elektrik ve Magnetik Alan Standardının kısa bir sürede TSE ve TÜBİTAK tarafından oluşturulması gereği vardır.

Tüm Elektrik ve Magnetik Alan çalışmalarının TÜBİTAK bünyesi altında ayrıca toplanması; Türkiye'nin de bilimsel platformlarda bu tartışmalara katkı koyabilmesi için gerekli bir aşamadır.

KAYNAKLAR

1. Environmental Health Criteria 15, ELF (Extremely Low Frequency) Fields: World Health Organization, Geneva, 1984 (ISBN 92 4 1540958)
2. Sheppard A., Eisenbud M.; Biological Effects of Electric and Magnetic Fields of Extremely Low Frequency, 1977, New York University Press, CH-2 and CH-8
3. Barker T.A.; Sonic Biology Effect of Low Frequency Magnetic and Electric Fields. Proceedings. II. International Conf. on Appl. of Physics to Med. and Biol., Singapore, 421-434.1984
4. Wolpa J.R., et al.; Chronic Exposure of Primates to 60 Hz Electric and Magnetic Fields: I. Exposure System and Measurements of General Health and Performance, Bioelectromagnetics, 10:277-288, 1989
5. Coelho A.M., et al.; Effects of Exposure to 30 kV/m, 60 Hz Electric Fields on the Social Behavior of Baboons, Bioelectromagnetics, 12, 117-135, 1991
6. Jonathan Blach; Tissue Response to Exogenous Electromagnetic Signals, Orth. Clin. North Am., Vol 15, No. 1 Jan.1974, 15-31, 1984
7. Lcapr D.J., et al.; An Experimental Study of the Influence of Magnetic Fields on Blood Pressure Regulation, J.Bioelectr., 9(1), 799-83, 1990
8. Stuchly M.A., et al.; Cancer Promotion in a Mouse-Skin Model by a 60 Hz Magnetic Field: I. Experimental Design and Exposure System, Bioelectromagnetic, 12, 261-271, 1991

9. Canscvcn, A.G.; Electrical Properties of the Skin, Gazi Medical Journal, 3(1), 41-6.1992

10. Scvann, H.P.; Electrical Properties of Cells: Principles, Some Recent Results, and Some Unresolved problem in "The Biophysical Approach to E.vilable Systems" (ADELMAN, W.J., GOLDMAN, D.E., ed), Plenum Press, New York, 3-22, 1981

11. Rodan, G.A., et al; DNA Synthesis Cartilage Cells is Stimulated by Oscillating Electric Fields, Science, 199:690-2, 1978

12. Lcdncv V.V.; Possible Mechanism for the Influence of Weak Magnetic Fields on Biological Systems, Bioelectromagnetics, 12, 71-75, 1991

13. Marino, A.A., et al; Electric Field Effects in Selected Biological Systems, Ann. N.Y. Acad. Sci., 405, 436-444, 1983

14. Bartko D., et al; The Effects of Pulsed Magnetic Fields on the Cerebral Circulation, EEG Power Spectra and Some Properties of Blood, J. Bioelectr. 7(1), 131-132, 1988

15. Blacman C.F., et al; The Influence of Temperature During Electric and Magnetic Field Induced Alteration of Calcium Ion Releasing from in Vitro Brain Tissue, Bioelectromagnetic, 12, 173-182, 1991

16. Politis, M.J., Znkis, M.F.; Short Term Efficacy of Applied Electric Fields in Repair of the Deniated Rodent Spinal Cord: Behavioral and Morphological Results, Neurosurgery, 23 (5), 582-88, 1988

17. KaloM.. cini.: ErrcetsofE\posure to a Circularly Polari/cd 50 Hz Magnelic Field on Plasman and Pineal Mlatonin Lcvcls in Rats. Bio-clcctromagnctics. 14.97-106. 1993

18. Zanakis. M.F.: Rcgncration in thc Manimalian Nervous System Using Applied Elccctric Field: A Litcratüre Rcvic\ v. Acupunct & Elcctro-Thcrapcutics Rcs. Int. J.. 113.47-57. 1988

19. Atalay N.: Doğru Akımı. Alternatif Akım ve Magnetik Alanın Bakteri Üremesine Etkilerinin Şiddet ve Frekansa göre İncelenmesi. Doktora Tezi. Dicle Üniversitesi. Biyofizik Bilim Dalı. Diyarbakır (1983)

20. Atalay SN., et al.: The Effect of Direct Current on Bacterial Growth. IEEE/XII Annual Conf. of Engineering in Medicine and Biology Society. Forth Worth Dallas. November 7-10. Proceed. CH2368-9/86/00. 1398-1399

21. Atalay SN., et al.; Analysis of Bacterial Growth under the Effect of Magnetic Field. 7 ılı Hungarian Conf. on Biomedical Engineering. Esztergon. Hungary. September 16-18. 1987

22. Barker A.T., Lunt M; The Effects of Pulsed Magnetic Fields of the Type Used in Stimulation of Bone Fracture Healing. Clin. Phys. Physiol. Meas.. Vol. 4. 1. 1-27. 1983

23. Gupta T.D., et al.: Comparative Study of Bone Growth by Pulsed Electromagnetic Fields. Med. Biol. Eng. Comput.. March 1991. 113-120. 1991

24. Atalay SN., et al.; A New Application of Clinical Electrotherapy: Fomir's Gangrene, IEEE/IX Annual Conf. of Engineering in Medicine and Biology Society. Boston. Massac. Nov. 13-16, 1987. Proceed. 87CH2513-O Vol 3 of 4. 1595-1596

25. Alalay SN., et al.; Low Intensity Constant Direct Current Effect on Wound Healing World Congress on Medical Physics and Biomed. Eng. San Antonio. Texas. August 6-12. 1988. Med. Phys.. May/June. 15 (3). 464. 1988

26. Cansevci. A.G.: Düşük Şiddetli Sabit Akımların Yara Kollagen Sentezine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. 1993. Ankara

27. Markov. M; Physics and Engineering Approaches Toward Environmental Importance of Electromagnetic Fields. (Abstracts of the World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering. 21-26 August 1994 Rio de Janeiro Brazil) Physics in Medicine & Biology. Vol. 39, Part 1.46. 1994



Atilla ALKAN

24.01.1967 Kırşehir doğumlu.
Odamız 18461 sicil no.lu üyesi
Atilla ALKAN'ı kaybettik.

**AİLESİNE, YAKINLARINA
VE ODAMIZ
TOPLULUĞUNA
BAŞSAĞLIĞI DİLERİZ.**

DÜZELTME

Bir önceki sayımızın

**24. sayısında yer alan yitirdiklerimizden
Sn. Meral ÜNVER ile Sn. İlkey ÇEBİ'nin
isimleri, fotoğrafları altına sehven
karıştırılmıştır.**

**Hatamızı düzeltir, özürümüzün kabulünü
dileriz.**